

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

28. 6. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 7月 8日

出願番号  
Application Number: 特願2003-271779  
[ST. 10/C]: [JP 2003-271779]

REC'D 22 JUL 2004

WIPO PCT

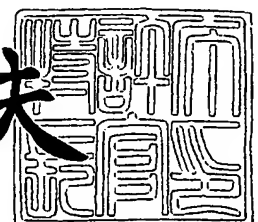
出願人  
Applicant(s): 帝人株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 6月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 P36990  
【提出日】 平成15年 7月 8日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G01N 29/18  
A61M 16/10  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都日野市旭が丘 4 丁目 3 番 2 号 帝人株式会社 東京研究センター内  
【氏名】 藤本 直登志  
【特許出願人】  
【識別番号】 000003001  
【氏名又は名称】 帝人株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100099678  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 三原 秀子  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 206048  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0203001

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

空気中から酸素を分離する酸素濃縮手段、酸素濃縮手段の下流に超音波によって酸素濃縮ガスの濃度および／または流量を測定する超音波測定手段を備えた酸素濃縮装置において、該超音波測定手段が、2つの超音波振動子と、該超音波振動子の各々を囲い込み、かつ酸素濃縮ガスの出入り口を具備したハウジング部と、ハウジング間を結ぶ配管とを備えた手段であり、該超音波振動子の端面と該配管の端面との距離 $d$ が、 $0 < d < D^2 / (4\lambda)$ の範囲に設定されていることを特徴とする酸素濃縮装置。

ただし、

$d$ : 超音波振動子の端面と配管の端面との間の距離[m]

$D$ : 超音波振動子の超音波有効照射面の直径[m]

$\lambda$ : 超音波の波長の最大値[m]

**【請求項 2】**

該配管の内径が該超音波振動子の外径よりも小さいことを特徴とする請求項 1 記載の酸素濃縮装置。

**【請求項 3】**

該超音波測定手段の長軸方向への伸縮を許容する固定手段により超音波測定手段が酸素濃縮装置に固定されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の酸素濃縮装置。

**【請求項 4】**

該固定手段が、超音波測定手段の両端に位置するハウジングの片方と酸素濃縮装置内の固定用基板とを固定する手段であることを特徴とする請求項 3 記載の酸素濃縮装置。

**【請求項 5】**

該固定手段が、超音波測定手段の配管の一箇所と、酸素濃縮装置内の固定用基板とを固定する手段であることを特徴とする請求項 3 記載の酸素濃縮装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】酸素濃縮装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、空気中から酸素を分離し濃縮する酸素濃縮装置に関する。更に詳細には、医療目的で使用される酸素濃縮装置から送り出される酸素濃縮ガスの酸素濃度および／または流量を測定する手段を備えた医療用酸素濃縮装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

サンプルガス中にて超音波の送受信を実施することにより得られる超音波の伝播時間、もしくは伝播速度を用いて、サンプルガスの濃度、或は流量を測定する方法及び装置に関しては、種々の提案が行われている。たとえば、特開平6-213877号公報には、サンプルガスが通る配管中に超音波振動子2つを対向させて配置し、該超音波振動子間を伝播する超音波の伝播時間を計測することによってサンプルガスの濃度及び流量を測定する装置が記載されている。また米国特許第5,060,506号公報には、超音波の音速変化を測定することにより、2種類の分子から構成されるサンプルガスの濃度を測定する装置が記載されている。

【特許文献1】特開平6-213877号公報

【特許文献2】米国特許第5,060,506号公報

【特許文献3】特開2002-214012号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

このような超音波の送受信によって得られる信号を元にサンプルガスの濃度、流量を測定する方法においては、超音波の受信信号を元に超音波の伝播時間や音速を特定する必要がある。濃度を測定する際には、サンプルガスの流れに対して順逆双方向への超音波送受信を実施し、流量成分をキャンセルしたサンプルガス中における音速を測定し、さらに、該サンプルガスの温度を測定することで、音速と温度の関係から、該サンプルガスの濃度を算出する方法が各種提案されている。また、流量を測定する際には、サンプルガスの流れに対して順方向へ超音波送受信を実施した際に得られる音速、また、逆方向への超音波送受信を実施した際に得られる音速、それぞれの差を測定することで、該サンプルガスの流速を求め、サンプルガスの流れる配管の内面積を乗じることで流量を求める方法が各種提案されている。

【0004】

超音波の送受信によって直接得られる値は、超音波の伝播時間であり、音速ではない。音速を算出するためには、超音波振動子間の距離を使用して、“超音波振動子間距離／超音波伝播時間”という計算が必要になる。しかしながら、たとえば振動子間を結ぶ配管が外力に対して容易に変形してしまう場合には、振動子間距離が容易に変化してしまうことになり、正確な音速の測定には支障をきたしてしまうという課題がある。さらに、超音波振動子間を結ぶ材料自体の持つ特性により、温度変化によって超音波振動子間距離が変化してしまうことも知られており、単一の超音波振動子間距離を定数として使用することには無理があり、例えば特開2002-214012号公報等では、該配管材料の線膨張係数を利用して、超音波振動子間距離をサンプルガスの温度測定値に合わせて補正することで、温度特性を改善する方法が提案されている。しかしながら、超音波振動子間距離が変化する要因が、該配管材料の線膨張係数に従った温度変化に伴う距離変化のみであれば該方法を適用できるが、その他複数の要因が絡み合っただけで超音波振動子間距離が変化してしまうような構造であれば、正確な超音波振動子間距離の予測が困難になってしまうという課題がある。

【0005】

さらに、流量を測定する際にはサンプルガスの流れに対して順逆双方向で得られる超音波の音速の差を求める必要がある。測定精度を向上させるためには、順逆双方向で得られ

る音速の差が大きければ大きい方が、時間測定分解能を向上させることができ、望ましい。順逆双方で得られる音速の差を大きくするためには、超音波振動子間距離を長くする、もしくは、超音波振動子間を結ぶ配管の内径を絞り、同じ流量であっても該配管中を流れるサンプルガスの流速を上げる、といった方法が考えられる。しかし、前者の方法では装置が大きくなってしまいう課題があり、後者の方法では配管の内径が超音波振動子の外径よりも小さくなってしまふ場合には、送信される超音波の一部のみが配管内部を伝播することになり、受信超音波信号の電圧値が非常に小さくなり、S/N比が悪くなってしまふという課題がある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明者らは、かかる目的を達成するために鋭意研究した結果、以下の酸素濃縮装置を見出した。すなわち本発明は、空気中から酸素を分離する酸素濃縮手段、酸素濃縮手段の下流に超音波によって酸素濃縮ガスの濃度および／または流量を測定する超音波測定手段を備えた酸素濃縮装置において、該超音波測定手段が、2つの超音波振動子と、該超音波振動子の各々を囲い込み、かつ酸素濃縮ガスの出入り口を具備したハウジング部と、ハウジング間を結ぶ配管とを備えた手段であり、該超音波振動子の端面と該配管の端面との距離 $d$ が、 $0 < d < D^2 / (4\lambda)$ の範囲に設定されていることを特徴とする酸素濃縮装置を提供するものである。

ただし、

$d$ : 超音波振動子の端面と配管の端面との間の距離[m]

$D$ : 超音波振動子の超音波有効照射面の直径[m]

$\lambda$ : 超音波の波長の最大値[m]

【0007】

また本発明は、かかる該配管の内径が該超音波振動子の外径よりも小さいことを特徴とする酸素濃縮装置を提供するものである。

【0008】

また本発明は、かかる超音波測定手段の長軸方向への伸縮を許容する固定手段により超音波測定手段が酸素濃縮装置に固定されていることを特徴とし、特に該固定手段が、超音波測定手段の両端に位置するハウジングの片方と酸素濃縮装置内の固定用基板とを固定する手段、或いは、該固定手段が、超音波測定手段の配管の一箇所と、酸素濃縮装置内の固定用基板とを固定する手段であることを特徴とする酸素濃縮装置を提供するものである。

【発明の効果】

【0009】

本発明の酸素濃縮装置は、超音波振動子の端面と配管の端面との距離 $d$ を、 $0 < d < D^2 / (4\lambda)$ の範囲にすることで、超音波受信電圧の低下を最小限にとどめることができ、すなわち、SN比の悪化を最小限にすることができる。さらに酸素濃縮装置の小型化を実現しつつサンプルガスの流れに対して順逆双方向での音速の差を大きくするため、超音波振動子間を結ぶ配管の内径を絞る方法を選択し、該配管の内半径が超音波振動子の外径よりも小さくなった場合に、上記振動子と配管端面の距離が重要となってくる。

【0010】

さらに、酸素濃縮器内に搭載される超音波式の酸素濃度流量測定手段における超音波振動子間距離を決める要因を、温度による線膨張係数に従った長さ変化だけに抑えることで、温度を測定するだけで厳密な超音波振動子間距離を予測することが可能となり、正確な音速測定が実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本実施例における酸素濃縮装置の構成は、図1に示す通りである。該酸素濃縮装置10は、原料ガスとして空気を吸い込み、フィルタ11を介して該空気を酸素濃縮手段13に送り込むコンプレッサ12、空気中から酸素を分離する酸素濃縮手段13、酸素濃縮手段13の下流に、以下に記載の超音波式酸素濃度流量測定手段15を備える。

## 【0012】

超音波式酸素濃度流量測定手段15の構造の概略断面図は、図2に示すとおりである。本実施例における該超音波式酸素濃度流量測定手段15は、中心周波数が40kHzである2つの超音波振動子20、21および、該超音波振動子の各々を囲い込むハウジング25、26、該ハウジングには酸素濃縮ガスの出入り口となる穴28、29を具備しており、該2つのハウジング間を結ぶ配管27を備えている。該超音波振動子20、21の外径は10mmであり、該配管27の内径は、本実施例に関して適した流速を得ることができるよう、5mmのものを採用した。該配管27の中心軸と、該超音波振動子20、21の中心軸は直線上に並ぶように配置されており、かつ、該超音波振動子20、21の端面と、向かい合う該配管27の端面が平行になるよう設置されている。該超音波振動子20、21は、それぞれ基板23、24に設置されており、該基板23、24には、酸素濃縮ガスの温度を測定するための温度センサ37、38も備えている。該基板23、24と該ハウジング25、26は、酸素濃縮ガスをシールするためOリング39、40を介してネジ43、44によって固定されている。また、該ハウジング25、26と、該配管27は、溶接で固定41、42されている。すなわち、該超音波振動子20、21と該ハウジング25、26と該配管27が、酸素濃縮ガスを流すことができる、1つのチャンバーユニットとなるよう固定されている。

## 【0013】

また、超音波振動子20、21の間の距離は、温度20℃において150mmとなるように設計した。該ハウジング25、26と、該配管27の接続方法は、本実施例に示した溶接に限られるものではなく、例えば袋ナットのような他の固定手段で固定しても良いし、配管27の端部外側を雄ネジ、ハウジング25、26の端部内側を雌ネジに加工して、シール材を注入しながら接続しても良い。また、ハウジング25、26と配管27は別部品とせず、一体成形してもよい。

## 【0014】

さらに、該チャンバーユニットの両端の基板23、24にはコネクタ31、34を備えており、超音波の送受信、酸素濃縮ガスの温度検出、および、信号処理等を実施するためのマイクロコンピュータ等の部品を搭載したチャンバーユニット固定用の基板30に備えられたコネクタ32、35と、ケーブル33、36によって電氣的に接続されている。

## 【0015】

該配管27と、該ハウジング25、26の材料は同一のアルミ合金であり、外力によって容易に変形しないよう作成されている。また、本実施例においては、ハウジングの片方25と基板30をネジ45によって固定しており、該チャンバーユニットは基板30に対して片持ち構造となるように固定されている(反対側のハウジング26は基板30に固定せず)。本構造にて該超音波式酸素濃度流量測定手段15を作成することにより、超音波振動子20、21の間の距離を変化させる要因は、温度変化に伴う配管27、およびハウジング25、26の熱膨張/収縮に起因する伸び縮みのみであり、実際に伸び縮みが発生した際には、ハウジング26側が基板30に対して固定されていないため、その変化分を逃がすことができる構造となっている。

## 【0016】

さらに、該配管27とハウジング25、26が同一のアルミ合金で作成されているため、該アルミ合金の線膨張係数を用いることで、現在の温度を測定すれば、該温度における超音波振動子間距離は、温度と線膨張係数の関係から、例えば特開2002-214012号公報に示した方法によって、容易に補正することが可能となる。該チャンバーユニットを基板30に固定する方法は、温度変化に伴うチャンバーユニットの長軸方向への伸び縮みを制限しない方法であれば、本実施例に示した方法に限定されない。例えば、配管27の中央部のみで基板30とネジ固定し、配管27の該固定部分を中心に左右に向かって伸び縮みの変化分を逃がすことのできる構造にしても良い。

## 【0017】

また、図2に示した超音波振動子20、21の端面と、配管27の端面との距離dは、非常に重要な設計事項である。一般的に、超音波振動子から放射される超音波は、近距離音場と呼ばれる区間においては直進する性質を持っており、近距離音場の区間を超えた領域(遠

距離音場)においては、放射された超音波は球面波状に拡散していく性質を持つことが知られている(図3)。すなわち、超音波振動子20、21と、配管27の端面との間の距離dが常に近距離音場の区間内であれば、照射された超音波を効率的に該配管27の中に投入することができ、逆に、その距離が遠距離音場の区間まで離れていれば、照射された超音波が球面波状に拡散しているため、配管27の中に投入される超音波が減少していくことになり、結果として得られる超音波受信波形の振幅値が小さくなり、SN比が悪化してしまうことになる。

#### 【0018】

該近距離音場と遠距離音場を分ける距離 $Z_0$  [m]は、超音波振動子の有効照射面の直径をD [m]、超音波の伝播する雰囲気中の波長を $\lambda$  [m]とすると、次式(1)にて示されることが知られている。

$$Z_0 = D^2 / (4\lambda) \quad \text{----- 式(1)}$$

さらに、雰囲気中の波長 $\lambda$  [m]と音速C [m/sec]、超音波の中心周波数f [Hz]の間には、次式(2)の関係があることが知られている。

$$C = f\lambda \quad \text{----- 式(2)}$$

したがって、式(1)は式(2)を用いて次式(3)のように書き直すことができる。

$$Z_0 = f D^2 / (4C) \quad \text{----- 式(3)}$$

#### 【0019】

本実施例における超音波振動子20、21の中心周波数fは40kHzであり、その有効照射面の直径Dは7mmである。また、雰囲気中を伝播する超音波の音速Cは、雰囲気ガスの濃度、および、温度によって変化する値である。超音波振動子20、21の端面と、配管27の端面との間の距離dを、常に近距離音場の区間内にするためには、式(3)における $Z_0$ が最小になる状態を考慮する必要がある。すなわち、音速Cを最大にする条件が必要になる。気体中の音速Cは、気体の温度T、気体の平均分子量M、気体の比熱比k、気体定数Rを用いて、次式(4)にて表されることが知られている。

#### 【0020】

##### 【数1】

$$C = \sqrt{\frac{kRT}{M}} \quad \text{----- 式(4)}$$

したがって、音速Cは、温度が高いほど、また、平均分子量が小さいほど大きい値となる。

#### 【0021】

本実施例における酸素濃縮装置内を伝わる酸素濃縮ガスの温度は、最大40℃となることが分かっており、超音波式酸素濃度流量測定手段にて測定する酸素濃度範囲は、大気～酸素100%までの範囲としていることから、平均分子量を最小にする条件は、大気を測定する場合である。すなわち、40℃の大気中を伝播する超音波の音速が本実施例における音速最大値であり、その値はおよそ355 [m/sec]となり、式(3)における $Z_0$ は次式のように計算できる。

$$Z_0 \cong (40000 \times 0.007^2) / (4 \times 355) \cong 0.0014 \text{ [m]} \quad \text{---- 式(5)}$$

#### 【0022】

したがって、超音波振動子20、21の端面と、配管27の端面との間の距離dは、1.4mm未満に設計することが望ましい。ここで、本実施例における超音波式酸素濃度流量測定手段の超音波振動子20、21の端面と、配管27の端面との間の距離dを、0.3mm、1.0mm、1.8mmと変化した場合に得られる超音波受信波形の例をそれぞれ図4、図5、図6に示す。図5、6にて明らかなように、超音波振動子の端面と配管の端面との間の距離が1.5mmを超えると、急激に超音波受信波形の振幅値が低下することが示されている。本実施例においては

、該距離dとして、0.7mmを採用することで、必要なS/N比の超音波受信波形の獲得を実現することができた。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の酸素濃縮装置の構成を示す概略図。

【図2】本発明の超音波式酸素濃度流量測定手段の構造を示す概略断面図。

【図3】近距離音場と遠距離音場の関係。

【図4】超音波振動子端面と配管の端面の間の距離を0.3mmとした時の超音波受信波形の一例。

【図5】超音波振動子端面と配管の端面の間の距離を1.0mmとした時の超音波受信波形の一例。

【図6】超音波振動子端面と配管の端面の間の距離を1.8mmとした時の超音波受信波形の一例。

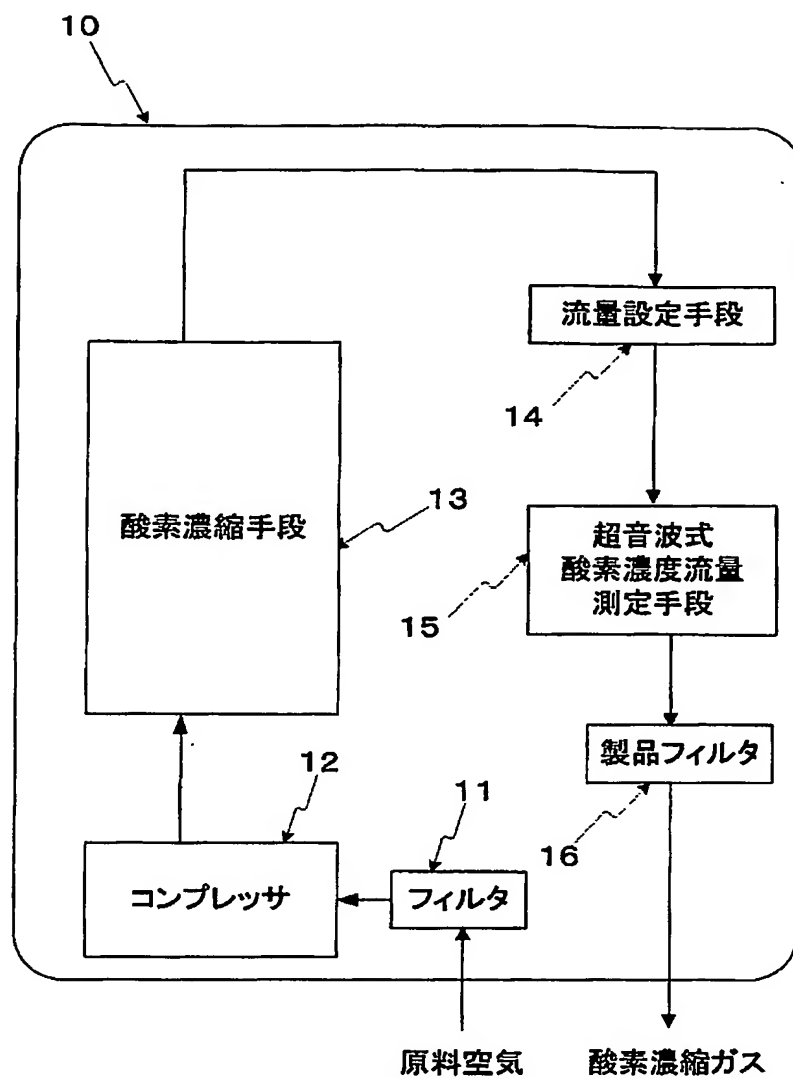
【符号の説明】

【0024】

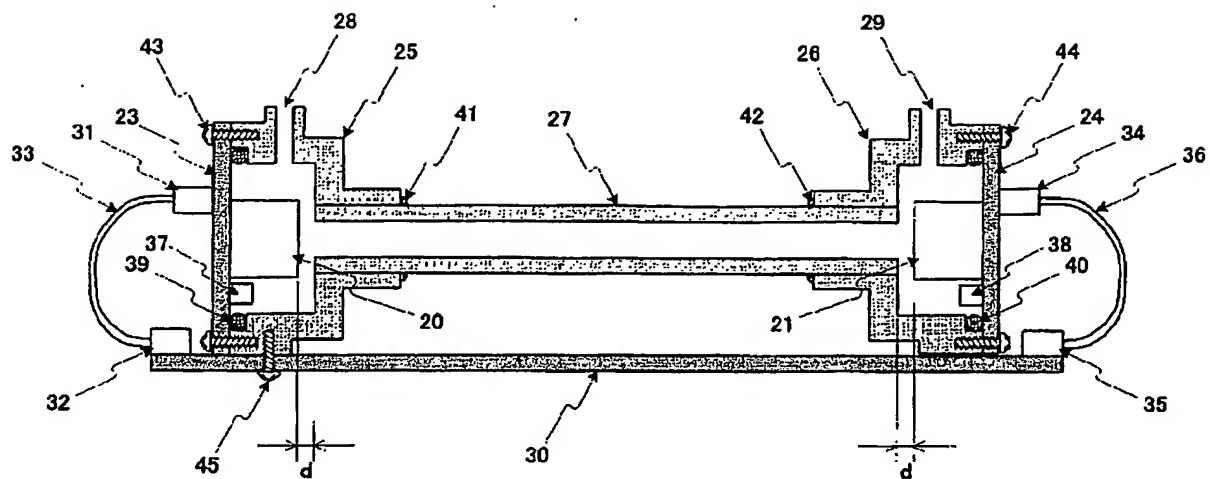
- 10 酸素濃縮装置
- 11 フィルタ
- 12 コンプレッサ
- 13 酸素濃縮手段
- 14 流量設定手段
- 15 超音波式酸素濃度流量測定手段
- 16 製品フィルタ
- 20 超音波振動子
- 21 超音波振動子
- 23 基板
- 24 基板
- 25ハウジング
- 26ハウジング
- 27 配管
- 28 酸素濃縮ガス入口
- 29 酸素濃縮ガス出口
- 30 基板
- 31 コネクタ
- 32 コネクタ
- 33 ケーブル
- 34 コネクタ
- 35 コネクタ
- 36 ケーブル
- 37 温度センサ
- 38 温度センサ
- 39 Oリング
- 40 Oリング
- 41 溶接個所
- 42 溶接個所
- 43 ネジ
- 44 ネジ
- 45 ネジ



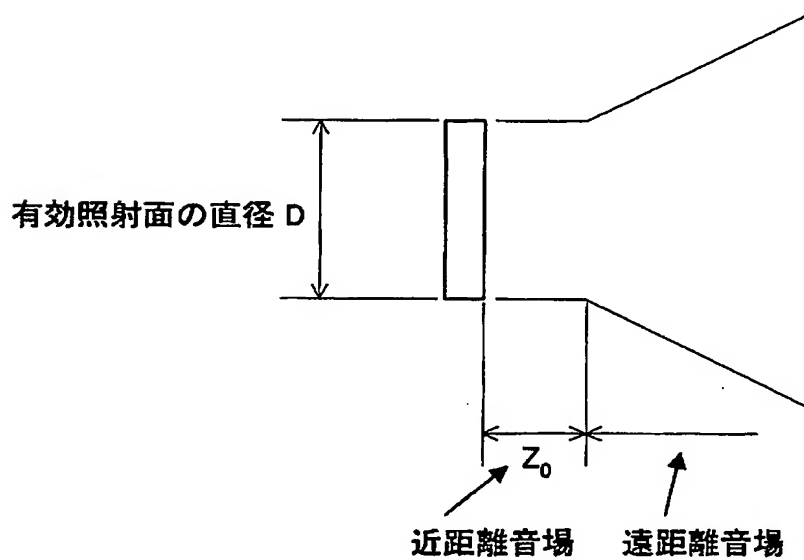
【書類名】 図面  
【図 1】



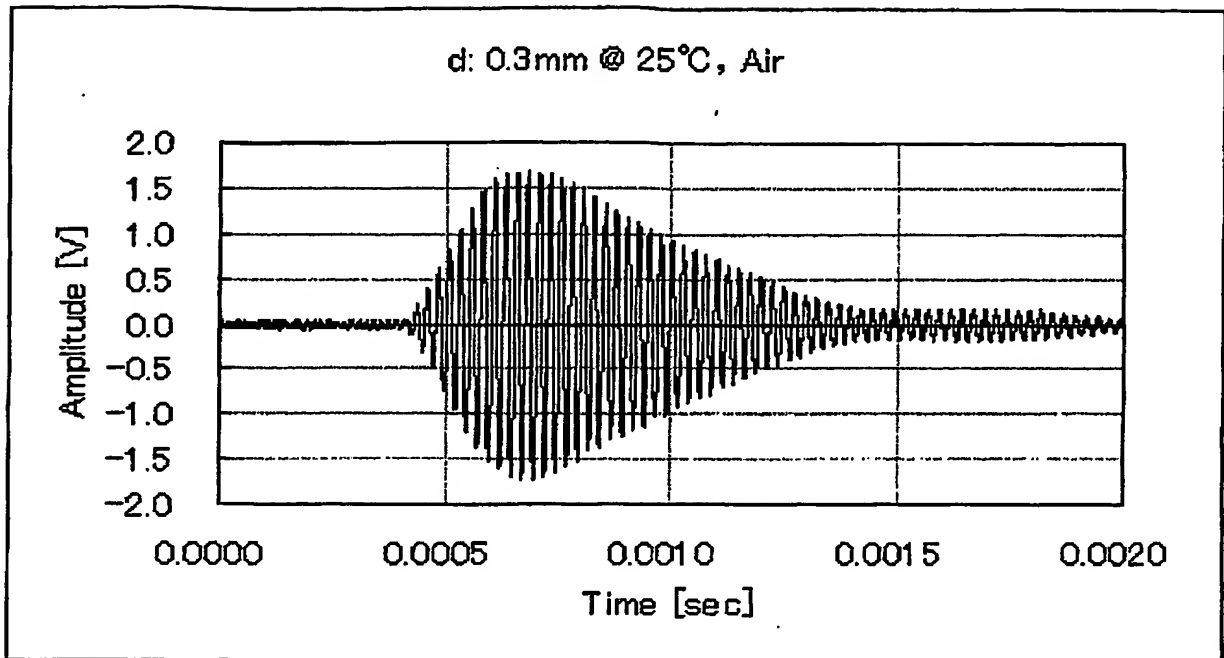
【図 2】



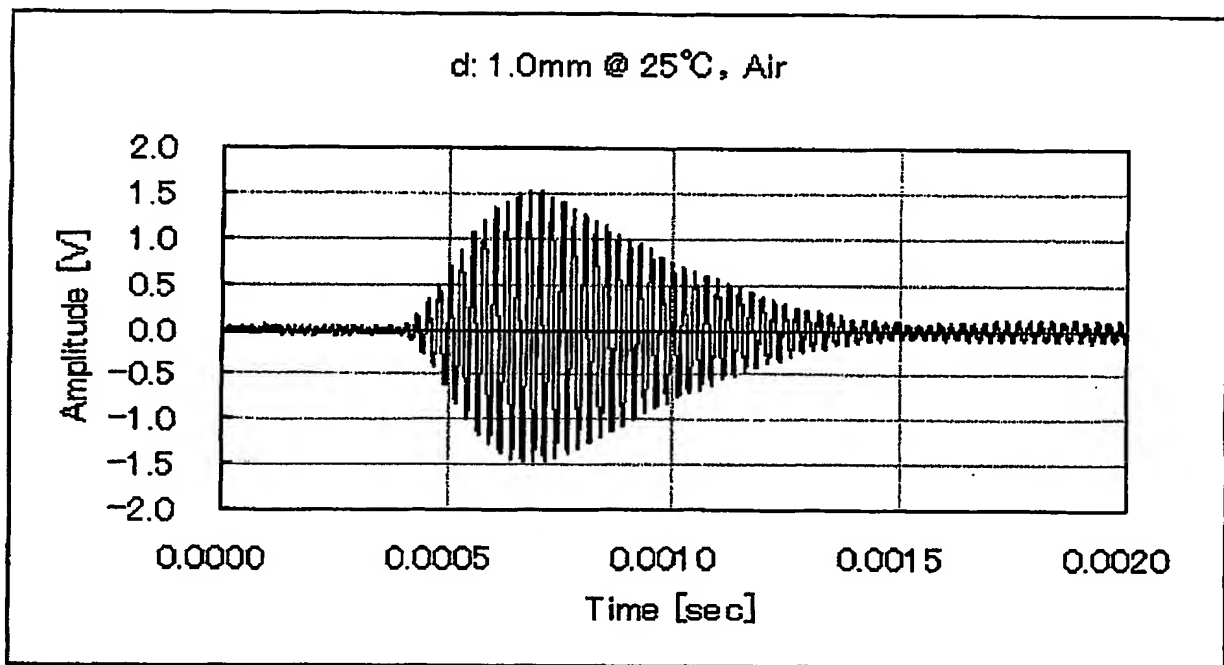
【図 3】



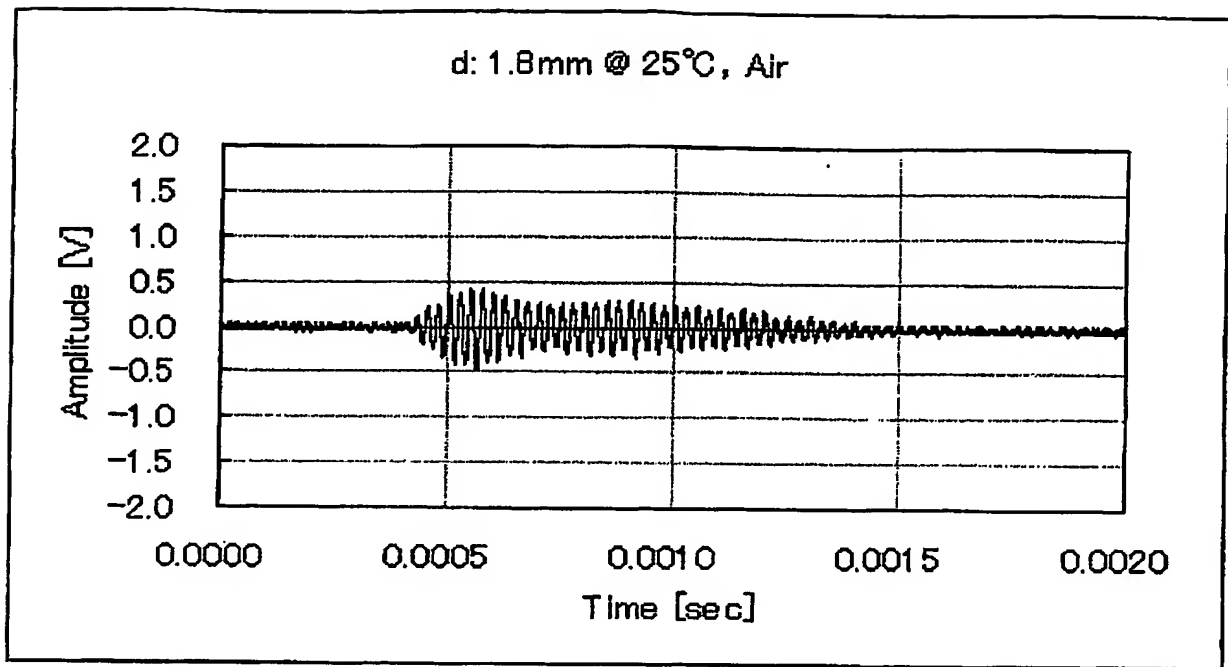
【図 4】



【図 5】



【図 6】



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 超音波振動子間を結ぶ配管の内半径が超音波振動子の外径よりも小さくなった場合においても、超音波受信電圧の低下を最小限にとどめることができ、かつ、超音波振動子間の距離の変化要因を1つに抑えることができる超音波式酸素濃度流量測定手段を具備した酸素濃縮装置を提供する。

【解決手段】 超音波振動子の端面と向かい合う配管の端面とが平行になるように設置し、かつ、該端面間の距離 $d$ を、 $0 < d < D^2 / (4\lambda)$ の範囲に設定し、さらに、超音波振動子と該超音波振動子を覆うハウジング、および、該ハウジングの間を結ぶ該配管が1つのチャンバーユニットとなるよう固定されたことを特徴とする超音波式酸素濃度流量測定手段を具備した酸素濃縮装置。

【選択図】 なし

特願 2 0 0 3 - 2 7 1 7 7 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 0 0 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区南本町 1 丁目 6 番 7 号

氏 名

帝人株式会社